



(19)

Generated Document

(21) Application number: 11108089

(51) Int. Cl.: B24B 49/18 B24B 53/00 G01B 21/30

(22) Application date: 15.04.99

(30) Priority:

(43) Date of application publication:	24.10.00
---------------------------------------	----------

**(84) Designated contracting states:**

(71) Applicant: **HITACHI LTD**

(72) Inventor: OKAWA TETSUO  
KOJIMA HIROYUKI  
SATO HIDEMI  
NISHIGUCHI TAKASHI

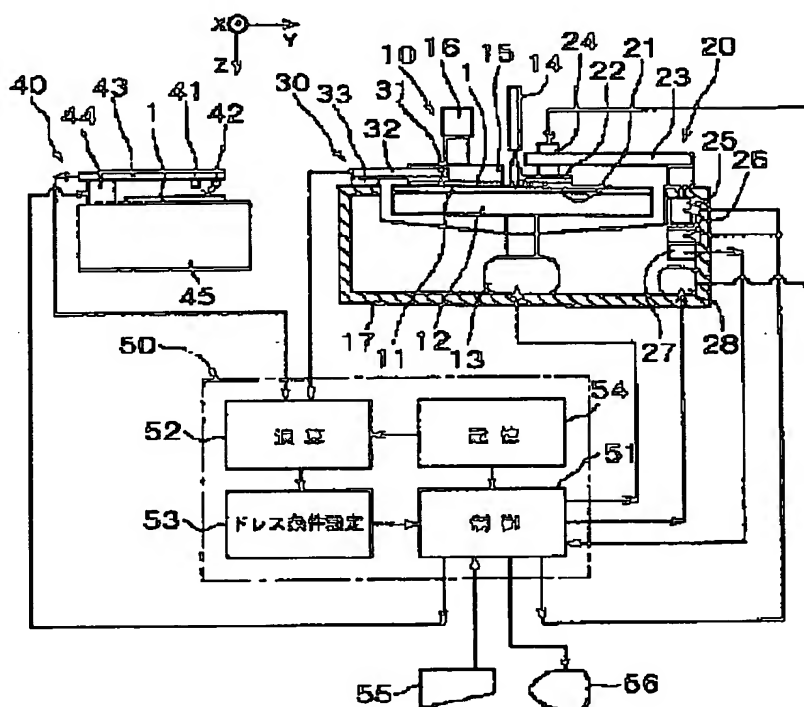
**(74) Representative:**

## (54) POLISHING METHOD AND SYSTEM

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To hold the performance of a polishing tool at a high level and to polish a workpiece highly precisely by dressing the polishing tool by a dress tool under such dressing conditions as prescribed according to the load ratio of the polishing tool and a polishing quantity distribution of the workpiece.

**SOLUTION:** The arithmetic part 52 of a controller 50 finds the load ratio of a polishing pad 11 from a profile of the polishing pad 11 detected by a surface roughness detector 30 and at the same time finds polishing quantity distribution and mean polishing quantity from polishing quantities of a plurality of points of a wafer 1 detected by a polishing quantity detector 40. A dressing condition-setting part 53 sets dressing conditions based on the value determined by the arithmetic part 52, and the control part 51 transmits a drive control signal to an electropneumatic regulator 28 of a dressing device 20 so that the dressing load in dressing becomes the determined load. The air quantity according to the drive control signal is fed to an air cylinder 24 to push a dressing grindstone chuck 22 and a dressing grindstone 21 against the polishing pad 11.



COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-296465  
(P2000-296465A)

(43) 公開日 平成12年10月24日 (2000. 10. 24)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
B 2 4 B 49/18		B 2 4 B 49/18	2 F 0 6 9
53/00		53/00	A 3 C 0 3 4
G 0 1 B 21/30	1 0 2	G 0 1 B 21/30	1 0 2 3 C 0 4 7

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平11-108089

(22) 出願日 平成11年4月15日 (1999. 4. 15)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 大川 哲男

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 小島 弘之

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 100087170

弁理士 富田 和子

最終頁に続く

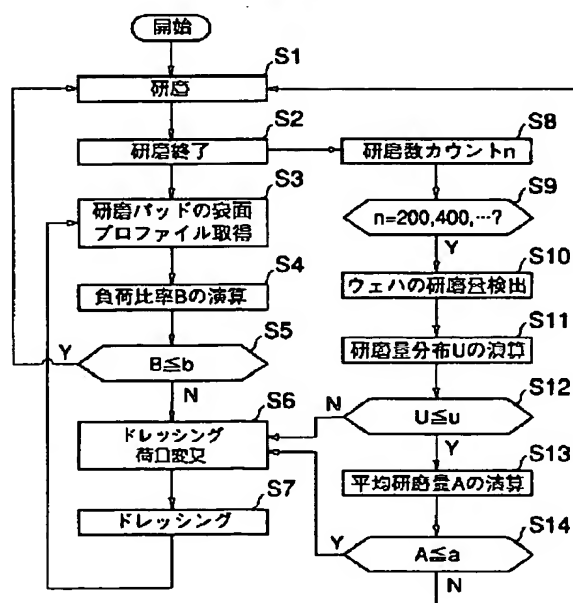
(54) 【発明の名称】 研磨方法及び研磨システム

(57) 【要約】

【課題】 研磨パッドの性能を高い状態で維持して、高精度でウェハを研磨する。

【解決手段】 研磨パッドの負荷比率Bを求めると共に (ステップ4)、ウェハの研磨量分布U及びウェハの平均研磨量Aを求め (ステップ11, 13)、これらの値B, U, Aに応じてドレッシング荷重を変更し、このドレッシング荷重でドレッシングを行う。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】被加工物に対して研磨工具を相対移動させて、該被加工物を研磨する研磨方法において、前記研磨工具の負荷比率を測定すると共に、前記被加工物の複数箇所における研磨量を測定し、前記被加工物の複数箇所における各研磨量から該被加工物の研磨量分布を求め、前記研磨工具の負荷比率及び前記被加工物の研磨量分布に応じて、ドレス工具による前記研磨工具のドレッシング条件を定め、前記ドレッシング条件で、前記研磨工具を前記ドレス工具によりドレッシングする、ことを特徴とする研磨方法。

【請求項2】請求項1に記載の研磨方法において、前記被加工物の複数箇所における各研磨量から、該被加工物の平均研磨量を求め、前記平均研磨量に応じて、前記研磨工具のドレッシング条件を定める、ことを特徴とする研磨方法。

【請求項3】請求項1及び2のいずれか一項に記載の研磨方法において、前記被加工物の複数箇所における研磨量の測定は、予め定められた数量の被加工物研磨を実行する毎に実施する、ことを特徴とする研磨方法。

【請求項4】被加工物に対して研磨工具を相対移動させて、該被加工物を研磨する研磨方法において、前記研磨工具の複数箇所における負荷比率を測定し、前記研磨工具の複数箇所における各負荷比率から負荷比率分布を求めると共に、各負荷比率の平均負荷比率を求め、前記研磨工具の負荷比率分布及び平均負荷比率に応じて、ドレス工具による前記研磨工具のドレッシング条件を定め、前記ドレッシング条件で、前記研磨工具を前記ドレス工具によりドレッシングする、ことを特徴とする研磨方法。

【請求項5】請求項1から3のいずれか一項に記載の研磨方法において、前記研磨工具の前記負荷比率は、前記被加工物の研磨中における該研磨工具の摺動抵抗の測定と、前記研磨工具の研磨面の反射率の測定と、該研磨工具の表面粗さの接触式測定とのうち、いずれか一つの測定を行って取得する、ことを特徴とする研磨方法。

【請求項6】請求項4に記載の研磨方法において、前記研磨工具の前記負荷比率は、前記研磨工具の研磨面の反射率の測定と、該研磨工具の表面粗さの接触式測定とのうち、いずれか一つの測定を行って取得する、ことを特徴とする研磨方法。

【請求項7】請求項1から6のいずれか一項に記載の研磨方法において、

前記ドレッシング条件は、ドレッシング中に前記ドレス工具から前記研磨工具に掛かるドレッシング荷重、又は、ドレッシング中に前記研磨工具上に前記ドレス工具が滞留するドレッシング時間である、ことを特徴とする研磨方法。

【請求項8】請求項7に記載の研磨方法において、ドレッシング中に前記研磨工具上に前記ドレス工具が滞留するドレッシング時間の変更は、前記被加工物の研磨量分布を求めている場合には、研磨量の少ない部分と接触する研磨工具の部分に対する、前記ドレス工具の滞留時間の変更であり、前記研磨工具の負荷比率分布を検出している場合には、負荷比率の大きい部分に対する、前記ドレス工具の滞留時間の変更である、ことを特徴とする研磨方法。

【請求項9】被加工物に対して研磨工具を相対移動させて、該被加工物を研磨する研磨システムにおいて、前記研磨工具をドレッシングするドレス工具と、前記ドレス工具によるドレッシング条件を変えるドレッシング条件変更手段と、前記研磨工具の負荷比率を検出する負荷比率検出手段と、

前記被加工物の複数箇所における研磨量を検出する研磨量検出手段と、前記研磨量検出手段で検出された複数箇所における各研磨量から、前記被加工物の研磨量分布を求める演算手段と、前記負荷比率検出手段で検出された前記研磨工具の負荷比率と、前記演算手段で求められた前記被加工物の研磨量分布とに基づいて、前記ドレッシング条件を求めるドレッシング条件設定手段と、前記ドレッシング条件設定手段で定められた前記ドレッシング条件を前記ドレッシング条件変更手段に対して指示する制御手段と、を備えていることを特徴とする研磨システム。

【請求項10】請求項9に記載の研磨システムにおいて、前記演算手段は、前記研磨量検出手段で検出された複数箇所における各研磨量から、該被加工物の平均研磨量を求め、前記ドレッシング条件設定手段は、前記平均研磨量に応じて、前記研磨工具のドレッシング条件を定める、ことを特徴とする研磨システム。

【請求項11】請求項9及び10のいずれか一項に記載の研磨システムにおいて、前記制御手段は、予め定められた数量の被加工物研磨を実行する毎に、前記研磨量検出手段による前記被加工物の研磨量の検出を実行させる、ことを特徴とする研磨システム。

【請求項12】被加工物に対して研磨工具を相対移動させて、該被加工物を研磨する研磨システムにおいて、

前記研磨工具をドレッシングするドレス工具と、  
 前記ドレス工具によるドレッシング条件を変えるドレッシング条件変更手段と、  
 前記研磨工具の複数箇所における負荷比率を検出する負荷比率検出手段と、  
 前記負荷比率検出で検出された複数箇所における各負荷比率から、平均負荷比率を求めると共に、負荷比率分布を求める演算手段と、  
 前記演算手段で求められた前記研磨工具の前記平均負荷比率及び前記負荷比率分布に基づいて、前記ドレッシング条件を求めるドレッシング条件設定手段と、  
 前記ドレッシング条件設定手段で定められた前記ドレッシング条件を前記ドレッシング条件変更手段に対して指示する制御手段と、  
 を備えていることを特徴とする研磨システム。

【請求項13】請求項9から11のいずれか一項に記載の研磨システムにおいて、  
 前記負荷比率検出手段は、前記被加工物の研磨中における該研磨工具の摺動抵抗の検出する研磨抵抗検出手段と、前記研磨工具の研磨面の反射率を検出する反射率検出手段と、該研磨工具の表面粗さを接触式で検出する表面粗さ検出手段とのうち、いずれか一つを有する、ことを特徴とする研磨システム。

【請求項14】請求項12に記載の研磨システムにおいて、  
 前記負荷比率検出手段は、前記研磨工具の研磨面の反射率を検出する反射率検出手段と、該研磨工具の表面粗さを接触式で検出する表面粗さ検出手段とのうち、いずれか一つを有する、ことを特徴とする研磨システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、研磨工具で被加工物を研磨する一方で、該研磨工具をドレッシングする研磨方法、及び研磨システムに関する。

【0002】

【従来の技術】今日、半導体装置の製造分野では、素子の微細化と集積する素子数の増大化とが進み、配線を多層化することが常識となっている。配線を多層化する場合、層間絶縁膜を介して配線をただ重ねるだけでは、層間絶縁膜の表面に凹凸が生じ、露光処理等に影響を及ぼすことになる。

【0003】従って、多層配線技術では、層間絶縁膜（例えばSiO<sub>2</sub>膜）の平坦度を如何に改善できるかが主要課題とされている。

【0004】層間絶縁膜の平坦度の改善手法としては、例えば、層間絶縁膜との固相反応性に富んだ研磨液を用いて層間絶縁膜の表面を研磨するCMP (Chemical Mechanical Polishing) 技術が知られている。

【0005】さて、研磨パッドを用いた研磨工程におい

ては、被加工物であるウェハ等を研磨パッドに押し付けるため、研磨パッドが変形し、さらに、研磨パッドの表面に被加工屑等が付着して、研磨時間が長くなるにつれて研磨パッドの作業面が劣化する。研磨パッドの作業面が劣化すると、研磨能率が低下するため、設定研磨量よりも実研磨量が小さくなる。この研磨能率の低下を抑制するため、従来技術では、ウェハ等の研磨工程において、例えば、所定枚数のウェハを研磨する毎に、ダミーウェハを研磨装置にセットし、このダミーウェハを研磨パッドで研磨することで、研磨能率を調べ、研磨能率が低下していれば、研磨パッドのドレッシングを実行している。

【0006】しかし、以上の方法では、所定枚数のウェハを研磨するたびに、わざわざダミーウェハをセットしなければならず、製造効率の点から好ましくない。

【0007】そこで、本願の発明者らは、研磨パッドを以下のようにドレッシングする方法を見出した。この方法は、特開平9-285955号公報に記載の技術で、研磨パッドの表面の反射率又は光沢度と研磨能率との相関関係を予め調べておき、研磨パッド上の一箇所の反射率を測定し、相関関係から研磨能率を求めて、この求めた研磨能率に応じて、研磨パッドを砥石でドレッシングする方法である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】特開平9-285955号公報の技術は、製造効率を向上させる点からは、比較的優れている。しかしながら、近年においては、研磨パッドの研磨性能をより高い状態で維持しておく技術が求められている。

【0009】そこで、本発明の目的は、研磨パッド等の研磨工具の研磨性能を高い状態で維持することができ、高精度で被加工物を研磨することができる研磨方法、及び研磨システムを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するための第一の研磨方法は、研磨工具の負荷比率を測定すると共に、被加工物の複数箇所における研磨量を測定し、前記被加工物の複数箇所における各研磨量から該被加工物の研磨量分布を求め、前記研磨工具の負荷比率及び前記被加工物の研磨量分布に応じて、ドレス工具による前記研磨工具のドレッシング条件を定め、前記ドレッシング条件で、前記研磨工具を前記ドレス工具によりドレッシングすることを特徴とするものである。

【0011】前記目的を達成するための第二の研磨方法は、前記第一の研磨方法において、前記被加工物の複数箇所における各研磨量から、該被加工物の平均研磨量を求め、前記平均研磨量に応じて、前記研磨工具のドレッシング条件を定めることを特徴とするものである。

【0012】前記目的を達成するための第三の研磨方法は、前記第一又は第二の研磨方法において、前記被加工

物の複数箇所の研磨量の測定は、予め定められた数量の被加工物研磨を実行する毎に実施することを特徴とするものである。

【0013】前記目的を達成するための第四の研磨方法は、研磨工具の複数箇所における負荷比率を測定し、前記研磨工具の複数箇所における各負荷比率から負荷比率分布を求めると共に、各負荷比率の平均負荷比率を求め、前記研磨工具の負荷比率分布及び平均負荷比率に応じて、ドレス工具による前記研磨工具のドレッシング条件を定め、前記ドレッシング条件で、前記研磨工具を前記ドレス工具によりドレッシングすることを特徴とするものである。

【0014】本発明に係る第五の研磨方法は、前記第一から第三のいずれかの研磨方法において、前記研磨工具の前記負荷比率は、前記被加工物の研磨中における該研磨工具の摺動抵抗の測定と、前記研磨工具の研磨面の反射率の測定と、該研磨工具の表面粗さの接触式測定とのうち、いずれか一つの測定を行って取得することを特徴とするものである。

【0015】本発明に係る第六の研磨方法は、前記第四の研磨方法において、前記研磨工具の前記負荷比率は、前記研磨工具の研磨面の反射率の測定と、該研磨工具の表面粗さの接触式測定とのうち、いずれか一つの測定を行って取得することを特徴とするものである。

【0016】前記目的を達成するための第七の研磨方法は、前記第一から第六のいずれかの研磨方法において、前記ドレッシング条件は、ドレッシング中に前記ドレス工具から前記研磨工具に掛かるドレッシング荷重、又は、ドレッシング中に前記研磨工具上に前記ドレス工具が滞留するドレッシング時間であることを特徴とするものである。

【0017】前記目的を達成するための第八の研磨方法は、前記第七の研磨方法において、ドレッシング中に前記研磨工具上に前記ドレス工具が滞留するドレッシング時間の変更は、前記被加工物の研磨量分布を求めている場合には、研磨量の少ない部分と接触する研磨工具の部分に対する、前記ドレス工具の滞留時間の変更であり、前記研磨工具の負荷比率分布を検出している場合には、負荷比率の大きい部分に対する、前記ドレス工具の滞留時間の変更であることを特徴とするものである。

【0018】前記目的を達成するための第一の研磨システムは、研磨工具をドレッシングするドレス工具と、前記ドレス工具によるドレッシング条件を変えるドレッシング条件変更手段と、前記研磨工具の負荷比率を検出する負荷比率検出手段と、被加工物の複数箇所における研磨量を検出する研磨量検出手段と、前記研磨量検出手段で検出された複数箇所における各研磨量から、前記被加工物の研磨量分布を求める演算手段と、前記負荷比率検出手段で検出された前記研磨工具の負荷比率と、前記演算手段で求められた前記被加工物の研磨量分布とに基づ

いて、前記ドレッシング条件を求めるドレッシング条件設定手段と、前記ドレッシング条件設定手段で定められた前記ドレッシング条件を前記ドレッシング条件変更手段に対して指示する制御手段と、を備えていることを特徴とするものである。

【0019】前記目的を達成するための第二の研磨システムは、前記第一の研磨システムにおいて、前記演算手段は、前記研磨量検出手段で検出された複数箇所における各研磨量から、該被加工物の平均研磨量を求め、前記ドレッシング条件設定手段は、前記平均研磨量に応じて、前記研磨工具のドレッシング条件を定めることを特徴とするものである。

【0020】前記目的を達成するための第三の研磨システムは、前記第一及び第二のいずれかの研磨システムにおいて、前記制御手段は、予め定められた数量の被加工物研磨を実行する毎に、前記研磨量検出手段による前記被加工物の研磨量の検出を実行させることを特徴とするものである。

【0021】前記目的を達成するための第四の研磨システムは、研磨工具をドレッシングするドレス工具と、前記ドレス工具によるドレッシング条件を変えるドレッシング条件変更手段と、前記研磨工具の複数箇所における負荷比率を検出する負荷比率検出手段と、前記負荷比率検出で検出された複数箇所における各負荷比率から、平均負荷比率を求めると共に、負荷比率分布を求める演算手段と、前記演算手段で求められた前記研磨工具の前記平均負荷比率及び前記負荷比率分布に基づいて、前記ドレッシング条件を求めるドレッシング条件設定手段と、前記ドレッシング条件設定手段で定められた前記ドレッシング条件を前記ドレッシング条件変更手段に対して指示する制御手段と、を備えていることを特徴とするものである。

【0022】前記目的を達成するための第五の研磨システムは、前記第一から第三のいずれかの研磨システムにおいて、前記負荷比率検出手段は、前記被加工物の研磨中における該研磨工具の摺動抵抗の検出する研磨抵抗検出手段と、前記研磨工具の研磨面の反射率を検出する反射率検出手段と、該研磨工具の表面粗さを接触式で検出する表面粗さ検出手段とのうち、いずれか一つを有することを特徴とするものである。

【0023】前記目的を達成するための第六の研磨システムは、前記第四の研磨システムにおいて、前記負荷比率検出手段は、前記研磨工具の研磨面の反射率を検出する反射率検出手段と、該研磨工具の表面粗さを接触式で検出する表面粗さ検出手段とのうち、いずれか一つを有することを特徴とするものである。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る研磨システムの各種実施形態について、図面を用いて説明する。

【0025】まず、図1～図14を用いて、第1の実施

形態としての研磨システムについて説明する。

【0026】本実施形態の研磨システムは、図2に示すように、ウェハ（被加工物）1を研磨パッド（研磨工具）11で研磨する研磨装置10と、研磨パッド11をドレッシングするドレッシング装置20と、研磨パッド11の表面粗さを検出する表面粗さ検出器30と、研磨されたウェハ1の研磨量を検出する研磨量検出器40と、各検出器30、40からの情報に応じて研磨装置10及びドレッシング装置20を制御する制御装置50と、制御装置50に対して指示を与える入力装置55と、制御装置50からのデータ等を表示する表示装置56と、を備えている。

【0027】研磨装置10は、円盤状の研磨定盤12と、この研磨定盤12に貼り付けられる研磨パッド11と、研磨定盤12を回転させる研磨モータ13と、研磨パッド11上に研磨液を供給する研磨液ノズル14と、ウェハ1が取り付けられるウェハチャック15と、このウェハチャック15を回転させるウェハ回転モータ16と、研磨定盤12の側方及び下方を囲むハウジング17と、を有している。研磨パッド11は、研磨液として砥粒を含むアルカリ性溶液や酸性溶液を使用するため、耐摩耗性及び耐薬品性に優れた硬質発泡ウレタン系の合成樹脂で形成されたものである。研磨モータ13は、ハウジング17の底面に設けられている。なお、ウェハ回転モータ16は、図2において、ウェハチャック15の上部に設けられているが、実際には、ハウジング17内に設けられており、その動力は動力伝達機構によりウェハチャック15に伝えられる。

【0028】ドレッシング装置20は、研磨パッド11をドレッシングするためのドレス砥石21と、このドレス砥石21が取り付けられるドレス砥石チャック22と、研磨パッド11に対するドレス砥石21の接触荷重（以下、ドレッシング荷重とする）を変えるエアシリンダ24と、エアシリンダ24へ供給する空気量を調節する電空レギュレータ28と、エアシリンダ24及びドレス砥石チャック22を支えるアーム23と、ドレス砥石チャック22を回転させる砥石回転モータ25と、ドレス砥石チャック22を揺動させる砥石揺動モータ26と、ドレス砥石の位置を検出するエンコーダ27と、を有している。ドレス砥石21は、直径100mmのダイヤモンド砥石を用いている。

【0029】アーム23の一方の端部には、図2及び図3に示すように、エアシリンダ24及びドレス砥石チャック22が設けられ、他方の端部には、砥石回転モータ25が設けられている。この砥石回転モータ25の回転は、アーム23内に設けられている動力伝達機構により、ドレス砥石チャック22に伝達される。砥石揺動モータ26は、砥石回転モータ25の真下に設けられており、アーム23の他方の端部を中心として、一方の端部に設けられているドレス砥石チャック22と共にドレス

砥石21を揺動させる。ドレス砥石21は、この揺動により、研磨パッド11でウェハ1と接触する全ての部分に接触することになる。砥石揺動モータ26の真下には、エンコーダ27が設けられている。このエンコーダ27は、砥石揺動モータ26の回転量を検知し、この値を制御装置50に送る。制御装置50は、この回転量から揺動するドレス砥石21の位置を検知する。

【0030】表面粗さ検出器30は、図2及び図3に示すように、研磨パッド11の研磨面に接触する接触子31と、この接触子31を支えるアーム32と、アーム32と共に接触子31を移動させるレール機構33と、を有している。レール機構33は、X方向（水平面内の一方方向）に伸びており、研磨装置10のハウジング17端に取り付けられている。アーム32の一方の端部はレール機構33に設けられ、そこから、Y方向（水平面でX方向に対して垂直な方向）に研磨パッド11の中心近くまで伸びている。接触子31は、このアーム32の他端に設けられている。この表面粗さ検出器30は、接触子31が研磨パッド11の中心からその端までX方向に移動することで、研磨パッド11の全域の表面プロファイルを取得することができる。

【0031】研磨量検出器40は、いわゆる光干渉式膜厚計で、ウェハ1に対して光を照射する発光部41と、ウェハ1からの反射光を受ける受光部42と、発光部41及び受光部42が取り付けられているアーム43と、アーム43と共に発光部41及び受光部42を移動させるレール機構44と、ウェハ1が置かれるベース45と、を有している。レール機構44は、ベース45上に設けられている。この研磨量検出器40は、発光部41及び受光部42がレール機構44によって移動することにより、ウェハ1の全域における複数箇所での研磨量を検出できる。

【0032】制御装置50は、表面粗さ検出器30で検出された研磨パッド11のプロファイルから研磨パッド11の負荷比率を求めると共に、研磨量検出器40で検出されたウェハ1の複数箇所の研磨量から研磨量分布及び平均研磨量を求める演算部52と、演算部52で求められた値に基づいてドレッシング条件を設定するドレッシング条件設定部53と、研磨装置10等の各動作部分に対して制御信号を出力する制御部51と、各種データ等が記憶されている記憶部54と、を有している。

【0033】次に、図1に示すフローチャートに従って、以上で述べた研磨システムの動作について説明する。ここでは、研磨対象である被加工物が、表面にSiO<sub>2</sub>の層間絶縁膜が形成された8インチSiウェハであるとする。ステップ1の研磨では、以下の条件でウェハ1を研磨する。

【0034】研磨定盤の回転数：100r/min  
ウェハチャックの回転数：90r/min  
ウェハチャックの送り速度：5mm/sec

研磨時間：2min/枚

研磨圧力：28kpa

研磨液：粒径約30nmのシリカ砥粒を約12.5wt%含んだアルカリ溶液

なお、以上では、研磨液として、SiO<sub>2</sub>砥粒を含むアルカリ溶液を用いたが、これは、研磨対象である絶縁膜SiO<sub>2</sub>との固相反応性を考慮したからであり、研磨対象がウェハ上の金属膜である場合には、例えば、アルミナ砥粒を含む酸性溶液を用いるとよい。

【0035】多数のウェハ1を研磨すると、研磨パッド11の表面は押し潰され、さらには表面に研磨液中の砥粒等が付着して、研磨パッド11はいわゆる目詰まり状態になり、負荷比率が非常に大きくなる。この結果、ウェハ1の単位時間当たりの研磨量（研磨レート）が悪化する。また、図4に示すように、ウェハ1に対する研磨パッド11の摺動距離は、ウェハ1の中心位置近傍に接触する部分が最大となるため、ウェハ1の中心部分と接触する研磨パッド11上の部分の変形量や目詰まり等が他の部分よりも大きくなる。このため、ウェハ1の研磨レートは、外周部分よりも中心部分が悪化する。すなわち、多数のウェハ1を研磨すると、図5に示すように、

数1

$$B = \frac{\sum_{n=1}^k b_n}{L_0} \times 100 (\%) \text{----- (数1)}$$

【0039】演算部52は、表面粗さ検出器30で検出された研磨パッド11の表面プロファイルと、この（数1）を用いて、負荷比率Bを求める。

【0040】制御装置50のドレッシング条件設定部53は、求められた負荷比率Bが予め定めた値b以下か否かを判断する（ステップ5）。そして、負荷比率Bが予め定めた値b以下であれば、つまり負荷比率Bが良ければ、ステップ1に戻って新たなウェハ1の研磨を行い、負荷比率Bが予め定めた値bを超えていれば、つまり負荷比率Bが悪ければ、ドレッシングの際のドレッシング荷重を求める。制御装置50の記憶部54には、図9に示すように、研磨パッドの負荷比率の増加比とドレッシング荷重の増加比との関係が記憶されている。ドレッシング条件設定部53は、この関係を用いて、負荷比率が最高のとき、つまり負荷比率増加比が1のときを基準として、求めた負荷比率Bの増加比を求め、この増加比に対するドレッシング荷重の増加比を求めて、ドレッシング荷重の決定する。

【0041】制御部51は、ドレッシングの際のドレッシング荷重が求めた荷重になるよう、ドレッシング装置20の電空レギュレータ28に駆動制御信号を送る。エアシリンダ24は、駆動制御信号に応じた空気量が電空レギュレータ28から送られ、ドレス砥石チャック22

研磨パッド11の負荷比率が悪化（増加）し、これに伴って、ウェハ1の研磨レートが低下すると共に、ウェハ1の研磨量分布が上昇する。

【0036】そこで、この実施形態では、一枚又は数枚のウェハ1の研磨が終了すると（ステップ2）、表面粗さ検出器30を動作させて、研磨パッド11の表面プロファイルを取得し（ステップ3）、この表面プロファイルから制御装置50の演算部52が研磨パッド11の負荷比率Bを求める（ステップ4）。

【0037】ここで、演算部52による負荷比率Bの演算について説明する。表面粗さ検出器30で検出された研磨パッド11の表面プロファイルが、例えば、図7に示すようであるとする。この際、研磨パッド11で、最も高い部分の高さR<sub>max</sub>とし、最も低い部分の高さをR<sub>min</sub>とし、負荷比率検出領域の長さをL<sub>0</sub>とすると、R<sub>max</sub>からa%の深さにおける負荷比率Bは、（数1）に示すように、R<sub>max</sub>からa%の深さの仮想線による切断部分bkの合計を検出領域長さL<sub>0</sub>で割った値である。

【0038】

【数1】

及びドレス砥石21を研磨パッド11に押し付ける。この結果、実際のドレッシング荷重は、求められた荷重になる（ステップ6）。

【0042】続いて、ドレス砥石21による研磨パッド11のドレッシングが行われる（ステップ7）。図6に示すように、ドレッシング荷重が増加すると、研磨パッド11の負荷比率は低下する。このため、このドレッシングにより、研磨パッド11の負荷比率が低下する。

【0043】ドレッシングが終了すると、再び、ステップ3に戻って、負荷比率Bが予め定めた値b以下になるまで、ステップ7までの処理を繰り返す。なお、ドレッシング荷重を決めれば、このドレッシング荷重でドレッシングしたときの負荷比率は、図6により予測できるので、基本的には、ステップ3からステップ7までの処理を繰り返す必要はないが、ここでは、研磨パッド11の負荷比率が良好になったことを確認してから、新たな研磨を実施するために、ステップ3からステップ7までの処理を繰り返すようにしている。

【0044】この実施形態では、一枚のウェハ1を研磨する毎に、その枚数がカウントされ（ステップ8）、この枚数が200枚の倍数になると（ステップ9）、研磨量検出器40でウェハ1の複数箇所の研磨量の検出が行われる（ステップ10）。ウェハ1の複数箇所の各研磨



量が検出されると、制御装置50の演算部52は、(数2)により、研磨量分布Uを求める(ステップ11)。  
数2

$$U = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\text{ave}}} \times \frac{100}{2} (\%) \text{----- (数2)}$$

【0046】なお、(数2)において、 $V_{\max}$ は最大研磨量、 $V_{\min}$ は最小研磨量、 $V_{\text{ave}}$ は平均研磨量である。  
【0047】研磨量分布Uが求められると、制御装置50のドレッシング条件設定部53は、求められた研磨量分布Uが予め定められた値u以下か否かを判断する(ステップ12)。そして、研磨量分布Uが予め定められた値uを超えていれば、言い換えると、研磨量の分布が不均一であれば、ドレッシングの際のドレッシング荷重を求める。制御装置50の記憶部54には、図10に示すように、研磨量分布の増加比とドレッシング荷重の増加比との関係が記憶されている。ドレッシング条件設定部53は、この関係を用いて、研磨量分布が均一のとき、つまり研磨量分布の増加比が1のときを基準として、求めた研磨量分布Uの増加比を求め、この増加比に対するドレッシング荷重の増加比を求めて、ドレッシング荷重の決定する。

【0048】ドレッシング荷重が決定すると、前述したように、制御部51の指示で、実際のドレッシング荷重が決定した荷重になり(ステップ6)、このドレッシング荷重でドレッシングが行われる(ステップ7)。この結果、研磨パッド11の各場所における負荷比率が均一化し、次に研磨されるウェハ1の研磨量分布が均一になる。

【0049】ステップ12において、研磨量分布Uが予め定められた値u以下であると判断された場合には、つまり、研磨量分布Uが均一であると判断された場合には、演算部52が平均研磨量Aを求める(ステップ13)。制御装置50のドレッシング条件設定部53は、求められた平均研磨量Aが予め定められた値a以下か否かを判断する(ステップ14)。そして、平均研磨量Aが予め定められた値aを超えていれば、ステップ1に戻って次のウェハ1の研磨を行い、平均研磨量Aが予め定められた値a以下であれば、ドレッシングの際のドレッシング荷重を求める。制御装置50の記憶部54には、図11に示すように、平均研磨レート(単位時間当たりの平均研磨量)の増加比とドレッシング荷重の増加比との関係が記憶されている。ドレッシング条件設定部53は、この関係を用いて、平均研磨レートが最良のとき、つまり平均研磨レートの増加比が1のときを基準として、求めた平均研磨レートAの増加比を求め、この増加比に対するドレッシング荷重の増加比を求めて、ドレッシング荷重の決定する。

【0050】ドレッシング荷重が決定すると、前述した

【0045】  
【数2】

ように、制御部51の指示で、実際のドレッシング荷重が決定した荷重になり(ステップ6)、このドレッシング荷重でドレッシングが行われる(ステップ7)。この結果、研磨パッド11の各場所における研磨性能が均一化し、次に研磨されるウェハ1の研磨量分布が均一になる。

【0051】次に、この研磨システムによる効果について、図12から図14に示すグラフを用いて説明する。なお、以上の図中、従来技術としたものは、ドレッシング荷重を2kgfで一定にしたものであり、実施例としたものは、以上で述べた手順に従って、ドレッシング荷重を1~10kgfの間で制御したものである。

【0052】図12は、多数のウェハ1を研磨し終わった後の研磨パッド内の負荷比率分布を示しグラフである。なお、同グラフにおいて、横軸は、研磨パッド11の端から測定点までの距離で、この距離の最大は、研磨パッド11の端から中心までの距離(25cm)である。

【0053】従来技術では、200枚のウェハ1を研磨し終わった後の研磨パッド11の負荷比率は、研磨パッド11の全域において高く、しかもウェハ1の中心部分が接触する位置(研磨パッド11の端から12.5cmの位置)が約25%と最大になる。

【0054】これに対して、以上で述べた研磨システムを用いた実施例では、500枚のウェハ1を研磨し終わった後でも、研磨パッド11の負荷比率は、研磨パッド11の全域において低く、最大でも3%と非常に小さい。

【0055】図13は、ウェハ1の平均研磨能率比が研磨枚数によってどのように推移するかを示すグラフである。従来技術では、図12を用いて説明したように、200枚のウェハ1を研磨すると、研磨パッド11の負荷比率が最大で25%に低下するため、平均研磨能率が、200枚目のウェハ1で0.84であり、しかも直線的に低下する。

【0056】これに対して、以上で述べた研磨システムを用いた実施例では、500枚のウェハ1を研磨し終わった後でも、図12を用いて説明したように、研磨パッド11の負荷比率が最大でも3%程度しか低下しないために、500枚目のウェハ1の平均研磨能率が0.95と、平均研磨能率の低下の程度が非常に小さい。とことで、この実施例では、200枚毎に平均研磨能率がステップ的に向上している。これは、200枚毎に、ウェハ



1の研磨量分布及び平均研磨量を検出し、これらの改善を図っているからである。

【0057】図14は、ウェハ1内の研磨能率分布を示している。従来技術では、200枚目のウェハ1の研磨能率分布は、ウェハ1の中心部近傍で0.15と最低になり、ウェハ1の端部で0.2と最高になり、研磨能率分布は約14%にまで低下している。これは、図12を用いて説明したように、200枚のウェハ1を研磨すると、ウェハ1の中心部分が接触する研磨パッド11の部分の負荷比率が25%に低下するためである。

【0058】これに対して、以上で述べた研磨システムを用いた実施例では、500枚のウェハ1を研磨し終わった後でも、ウェハ1の全域で研磨能率が0.25と非常に高い値を示し、研磨能率分布は約2%に抑制されている。これは、200毎に研磨量分布の改善が図られ、図12を用いて説明したように、500枚のウェハ1を研磨し終わった後でも、研磨パッド11の負荷比率が最大でも3%程度しか低下しないからである。

【0059】以上のように、本実施形態では、多数のウェハ1を研磨しても、研磨パッド11の研磨性能を高い状態で維持することができ、ウェハ1の研磨能率の低下、ウェハ1の研磨量分布の悪化を抑えることができる。特に、本実施形態では、以上のように、ウェハ1の層間絶縁層の研磨量ばらつきを±3%以下に抑えることができると共に、層間絶縁膜の表面粗さ $R_{max}$ を0.3nm以下に抑えることができ、さらに、層間絶縁膜の表面の凹凸高さを0.05 $\mu$ m以下まで平坦化できるので、例えば、線幅0.15 $\mu$ mの超微細線の層間膜に要求される条件を満たすことができる。

【0060】なお、以上の第一の実施形態では、ウェハ1の研磨量を検出するために、光干渉式膜厚計を用いたが、その他の計測器を用いてもよい。また、以上の実施形態では、200枚毎にウェハ1の研磨量を検出したが、ウェハ1に求められる研磨精度に応じて、例えば、150枚毎、300枚毎に研磨量を検出してもよい。

【0061】次に、本発明に係る研磨システムの第二の実施形態について、図15～図17を用いて説明する。

【0062】図16に示すように、ドレッシング時間を長くすれば、研磨パッド11の負荷比率が低下し、研磨パッド11の性能が向上する。そこで、本実施形態では、第一の実施形態のステップ6でドレッシング荷重の変更を行っていたものを、図15に示すように、ステップ6aでドレッシング時間を変更するようにしている。なお、本実施形態は、以上の点を除いて、第一の実施形態と同様である。このため、本実施形態の研磨システムのハード構成は、基本的に第一の実施形態と同様である。

【0063】但し、第一の実施形態の研磨システムの記憶部54には、研磨パッド11の負荷比率の増加比とドレッシング荷重の増加比との関係、研磨量分布の増加比

とドレッシング荷重の増加比との関係、平均研磨レートの増加比とドレッシング荷重の増加比との関係が記憶されているが、この実施形態の記憶部54には、以上の替りに、研磨パッド11の負荷比率の増加比とドレッシング時間の増加比との関係、研磨量分布の増加比とドレッシング時間の増加比との関係、平均研磨レートの増加比とドレッシング時間の増加比との関係が記憶されている。

【0064】以上、本実施形態においても、研磨パッド11の負荷比率、ウェハ1の研磨量分布、ウェハ1の平均研磨量に応じて、ドレッシング条件であるドレッシング時間を変更しているので、第一の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0065】なお、ウェハ1の研磨量分布が悪化した場合、以上のように、単純に、ドレッシング時間を長くしてもよいが、ウェハ1の研磨量分布に基づいて、ウェハ1の複数箇所の各研磨量のうち、研磨量の少ない部分の研磨量を向上させるために、この部分と接触する研磨パッド11の性能を積極的に高めるようにしてもよい。具体的には、ウェハ1の中心部分の研磨量が他の部分に比べて低い場合には、図17に示すように、ウェハ1の中心部分が接触する研磨パッド11の部分に対して、ドレッシング砥石21の滞在時間を長くするような、ドレッシング時間の変更を行う。

【0066】次に、図18～図20を用いて、本発明に係る研磨システムの第三の実施形態について説明する。

【0067】図20に示すように、研磨パッド11の負荷比率と研磨パッド11の反射率とは、一定の関係がある。そこで、本実施形態では、第一の実施形態における接触式表面粗さ検出器30の換りに、図19に示すように、反射率検出器30aを用いて、研磨パッド11の反射率を検出し、この反射率から研磨パッド11の負荷比率を得るようにしている。

【0068】反射率検出器30aは、研磨パッド11の研磨面に光を照射する発光部31aと、研磨面からの反射光を受ける受光部31bと、発光部31a及び受光部31bを支えるアーム32と、アーム32と共に発光部31a及び受光部31bを移動させるレール機構33と、を有している。

【0069】本実施形態では、図18に示すように、ウェハ1の研磨が終了すると（ステップ2）、反射率検出器30aで研磨パッド11の反射率を検出する（ステップ3a）。制御装置50の演算部52は、記憶部54に記憶されている負荷比率と反射率との関係（図20に示すもの）を利用して、反射率を負荷比率Bに変換する。以下は、第一の実施形態の処理と同様である。

【0070】なお、この実施形態では、反射率を負荷比率に変換したが、反射率は間接的に負荷比率を表しているため、負荷比率に変換しなくてもよい。この場合、ステップ5で用いる閾値は、当然、反射率に関する閾値と

なる。

【0071】次に、図20～図22を用いて、本発明に係る研磨システムの第四の実施形態について説明する。

【0072】図20に示すように、研磨パッドの負荷比率と、ウェハ1に対する研磨パッド11の研磨抵抗とは、一定の関係がある。そこで、本実施形態では、第一の実施形態における接触式表面粗さ検出器30の換りに、図22に示すように、トルク計30bを用いて、研磨パッド11の研磨抵抗を検出し、この研磨抵抗から研磨パッド11の負荷比率を得るようにしている。トルク計30bは、研磨モータ13の出力軸に設けられ、モータトルク、言い換えると研磨抵抗を検出する。

【0073】この実施形態では、図21に示すように、ウェハ1の研磨中の決められたタイミングのときに、トルク計30bを用いて研磨抵抗を取得する（ステップ3b）。研磨が終了すると（ステップ2b）、制御装置50の演算部52は、記憶部54に記憶されている負荷比率と反射率との関係（図20に示すもの）を利用して、反射率を負荷比率Bに変換する。以下は、第一の実施形態の処理と同様である。

【0074】なお、この実施形態においても、研磨抵抗を負荷比率に変換したが、研磨抵抗は間接的に負荷比率を表しているため、負荷比率に変換しなくてもよい。また、この実施形態では、研磨抵抗を取得するためにトルク計を用いたが、研磨抵抗を表すものであれば如何なるものでもよく、例えば、モータ13に供給される電力を検出する電力計であってもよい。また、研磨抵抗は、ウェハ回転モータ16側で検出してもよい。

【0075】次に、図23及び図24を用いて、本発明に係る研磨システムの第五の実施形態について説明する。

【0076】以上の実施形態は、ウェハ1の研磨量分布を管理するものであるが、本実施形態は、研磨パッド11の負荷比率分布を管理するものである。このため、本実施形態の研磨システムは、図24に示すように、以上の実施形態の研磨量検出器40が存在しない。

【0077】図23のフローチャートに示すように、ウェハ1の研磨が終了して（ステップ2）、表面粗さ検出器30で研磨パッド11の表面プロファイルを取得すると（ステップ3）、制御装置50の演算部52は、研磨パッド11の予め定められた複数箇所毎の負荷比率Bを求め（ステップ4c）、さらに、複数箇所の負荷比率の平均Baを求める（ステップ5c）。

【0078】この平均負荷比率Baが求められると、ドレッシング条件設定部53は、この平均負荷比率Baが予め定められた値ba以下であるか否かを判断する（ステップ6c）。平均負荷比率Baが予め定められた値baを超える場合には、記憶部54に記憶されている平均負荷比率とドレッシング荷重との関係を用いて、求められた平均負荷比率Baに対するドレッシング荷重を設定

する（ステップ7c）。ドレッシング荷重が設定されると、このドレッシング荷重でドレッシングが行われた後（ステップ8c）、ステップ1に戻って、新たなウェハ1の研磨が行われる。

【0079】また、ステップ6cにおいて、平均負荷比率Baが予め定められた値ba以下であると判断された場合には、演算部52が複数箇所の負荷比率Bから負荷比率分布Buを求める（ステップ9c）。この負荷比率分布Buの演算は、（数2）を用いて説明した研磨量分布Uの演算と同じである。負荷比率分布が求められると、ドレッシング条件設定部53は、この負荷比率分布Buが予め定められた値bu以下であるか否かを判断する（ステップ10c）。負荷比率分布Buが予め定められた値buを超える場合には、記憶部54に記憶されている負荷比率分布とドレッシング荷重との関係を用いて、求められた負荷比率分布Buに対するドレッシング荷重を設定する（ステップ7c）。そして、このドレッシング荷重でドレッシングが行われる（ステップ8c）。また、ステップ10cにおいて、求められた負荷比率分布Buが予め定められた値bu以下の場合には、ステップ1に戻って、新たなウェハ1の研磨が行われる。

【0080】以上のように、研磨パッド11の負荷比率分布を管理することは、間接的に、ウェハ1の研磨量分布を管理することになるので、本実施形態も、基本的に、以上の実施形態と同様の効果を有する。

【0081】なお、この実施形態では、ドレッシング条件の一つであるドレッシング荷重を変更したが、この換りに、第二の実施形態のように、ドレッシング時間を変更してもよい。また、この実施形態では、接触式の表面粗さ検出器30を用いて研磨パッド11の表面プロファイルを取得したが、この換りに、第三の実施形態のように、反射率検出器を用いてもよい。

【0082】また、以上の各実施形態は、いずれも、ウェハ1の研磨に関するものであるが、本発明は、これに限定されるものではなく、他の被加工物の研磨に関して本発明を適用してもよい。

【0083】

【発明の効果】本発明によれば、研磨工具の平均負荷比率と共に、研磨工具の負荷比率分布又は被加工物の研磨量分布を検出し、これに基づいて、ドレッシング条件を設定しているので、研磨工具の性能を高い状態で維持することができる。さらに、本発明では、被加工物の研磨量分布が一定の範囲内に収まるので、被加工物を高精度に研磨することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第一の実施形態における研磨システムの動作を示すフローチャートである。

【図2】本発明に係る第一の実施形態における研磨システムの構成図である。

【図3】本発明に係る第一の実施形態における研磨装置の平面図である。

【図4】研磨パッドの位置とウェハに対する研磨パッドの摺動距離との関係を示すグラフである。

【図5】研磨パッドの負荷比率と研磨レート比及び研磨量分布との関係を示すグラフである。

【図6】ドレッシング荷重と研磨パッドの負荷比率との関係を示すグラフである。

【図7】負荷比率分布の求め方を示すための説明図である。

【図8】研磨量分布の求め方を示すための説明図である。

【図9】本発明に係る第一の実施形態における研磨システムの記憶部に記憶されている、研磨パッドの負荷比率増加比とドレッシング荷重の増加比及びドレッシング時間の増加比との関係を示すグラフである。

【図10】本発明に係る第一の実施形態における研磨システムの記憶部に記憶されている、研磨量分布の増加比とドレッシング荷重の増加比及びドレッシング時間の増加比との関係を示すグラフである。図である。

【図11】本発明に係る第一の実施形態における研磨システムの記憶部に記憶されている、平均研磨レートの増加比とドレッシング荷重の増加比及びドレッシング時間の増加比との関係を示すグラフである。

【図12】研磨パッドの負荷比率分布を示すグラフである。

【図13】ウェハの研磨数量に対する研磨能率比の変化を示すグラフである。

【図14】ウェハの研磨能率分布を示すグラフである。

【図15】本発明に係る第二の実施形態における研磨システムの動作を示すフローチャートである。

【図16】ドレッシング時間と研磨パッドの負荷率との関係を示すグラフである。

【図17】本発明に係る第二の実施形態における研磨パッド上のドレス工具の滞在時間占有率分布を示すグラフである。

【図18】本発明に係る第三の実施形態における研磨システムの動作を示すフローチャートである。

【図19】本発明に係る第三の実施形態における研磨システムの構成図である。

【図20】研磨パッドの負荷比率と反射率比及び摺動抵抗比との関係を示すグラフである。

【図21】本発明に係る第四の実施形態における研磨システムの動作を示すフローチャートである。

【図22】本発明に係る第四の実施形態における研磨システムの構成図である。

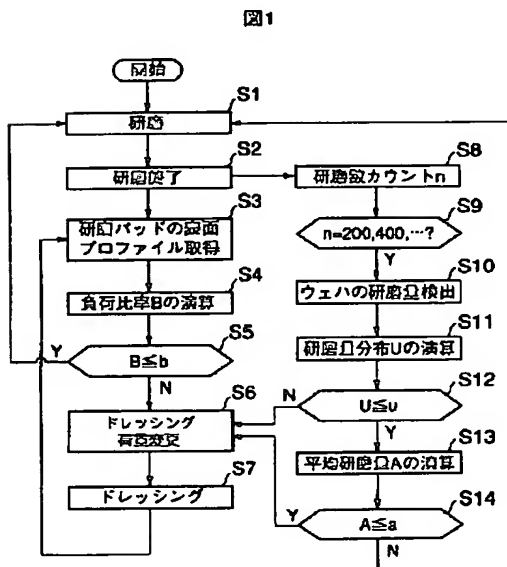
【図23】本発明に係る第五の実施形態における研磨システムの動作を示すフローチャートである。

【図24】本発明に係る第五の実施形態における研磨システムの構成図である。

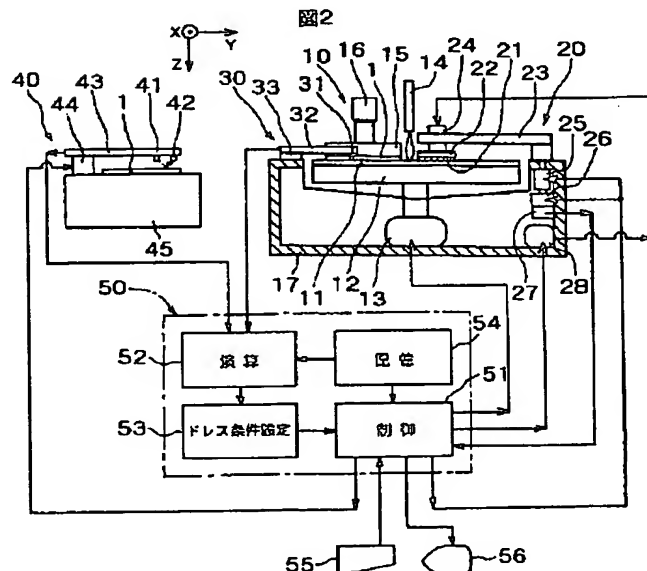
#### 【符号の説明】

1…ウェハ、10…研磨装置、11…研磨パッド、20…ドレッシング装置、21…ドレス砥石、24…エアシリンダ、30…接触式表面粗さ検出器、30a…反射率検出器、30b…トルク計、40…研磨量検出器、50…制御装置、51…制御部、52…演算部、53…ドレッシング条件設定部、54…記憶部。

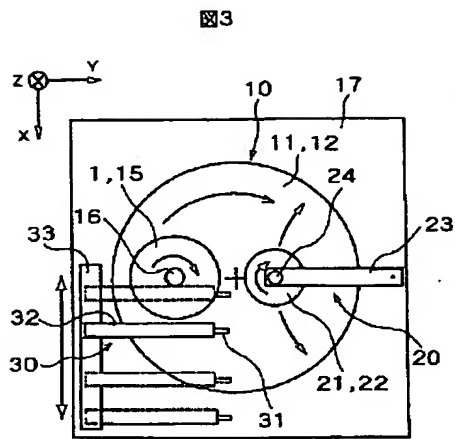
【図1】



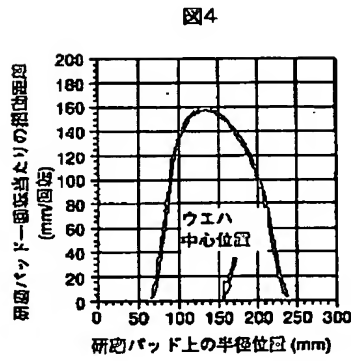
【図2】



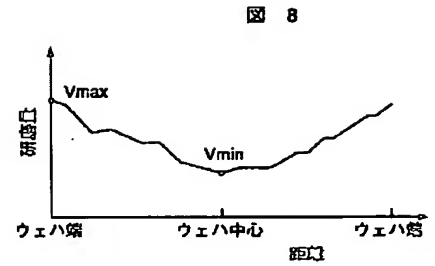
【図3】



【図4】

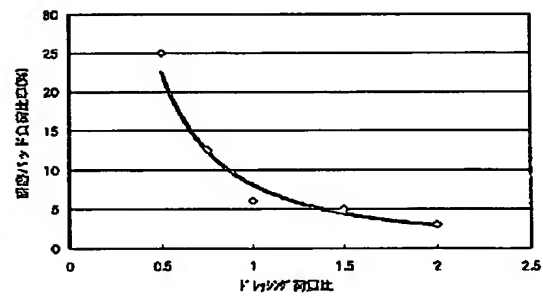


【図8】



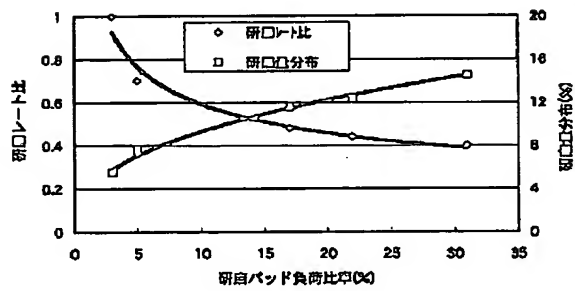
【図6】

図6



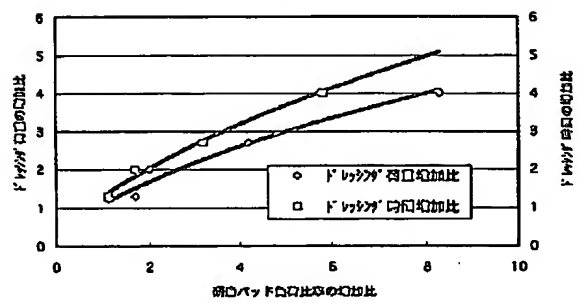
【図5】

図5



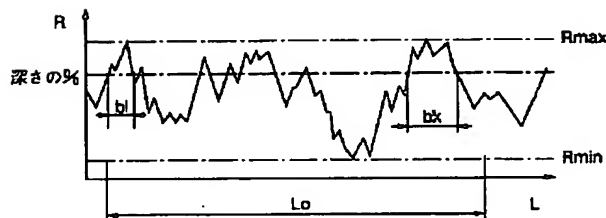
【図9】

図9

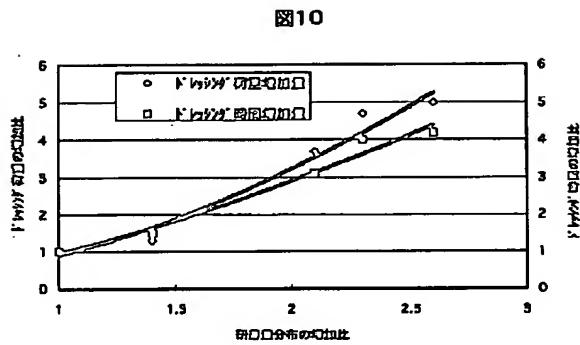


【図7】

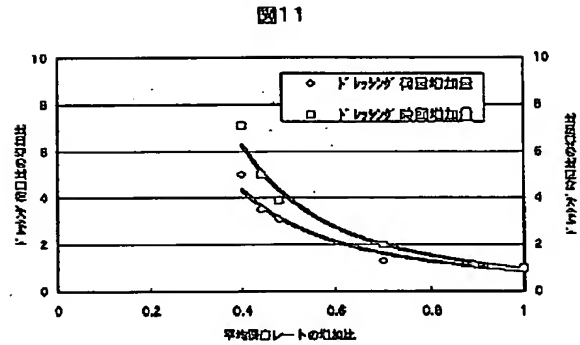
図7



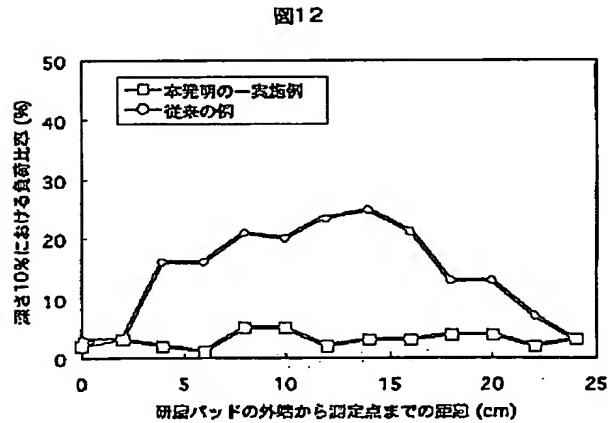
【図10】



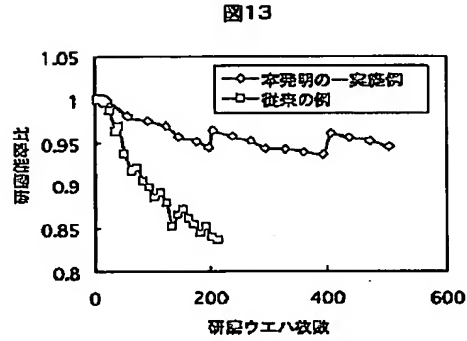
【図11】



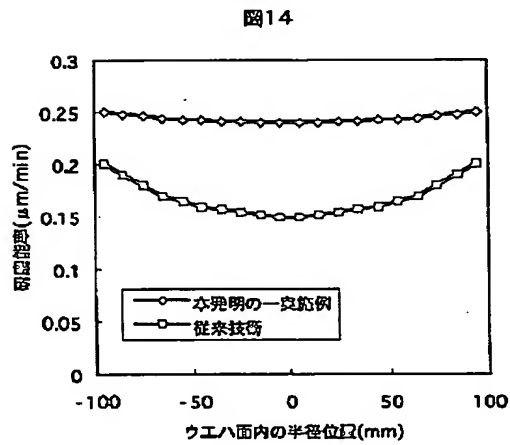
【図12】



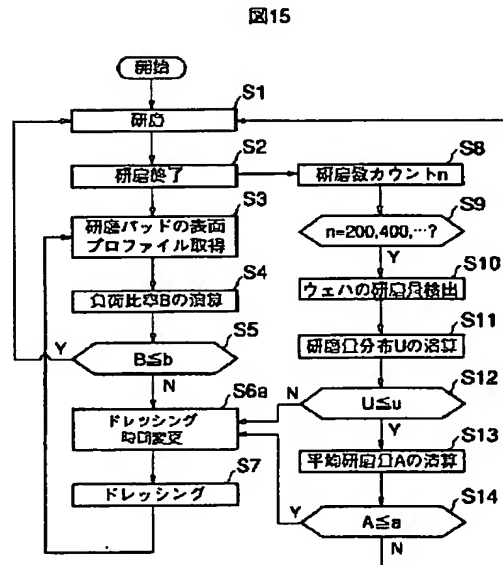
【図13】



【図14】

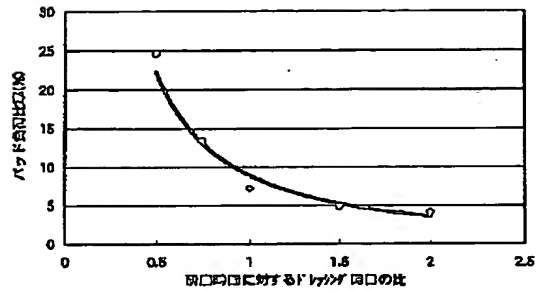


【図15】



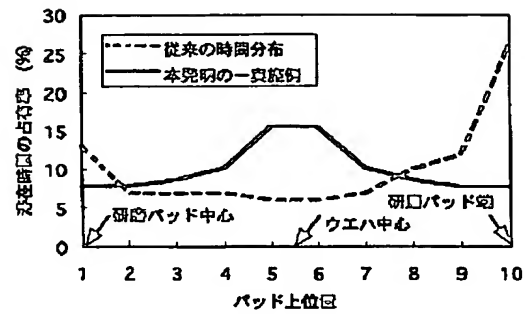
【図 16】

图16



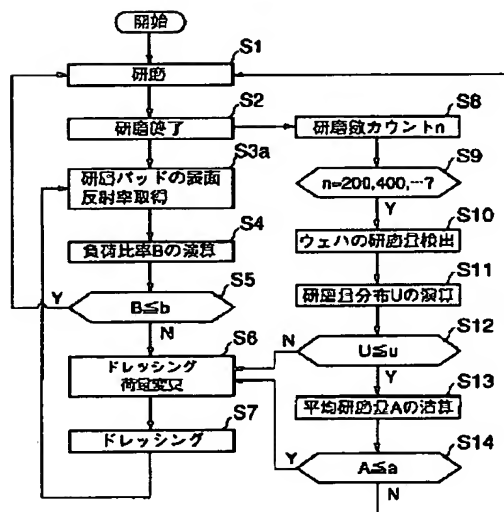
【図17】

**图17**

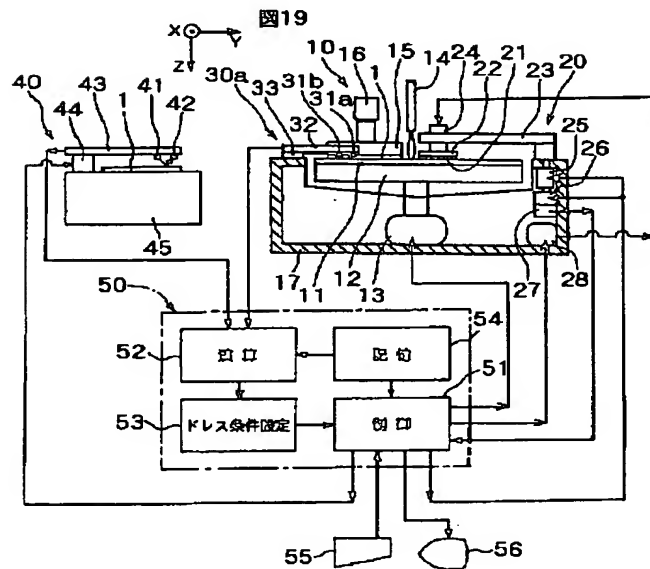


【図18】

**圖18**

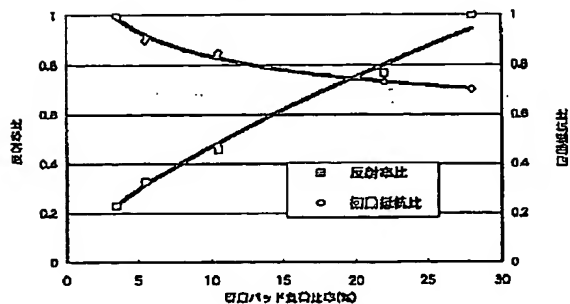


【図19】



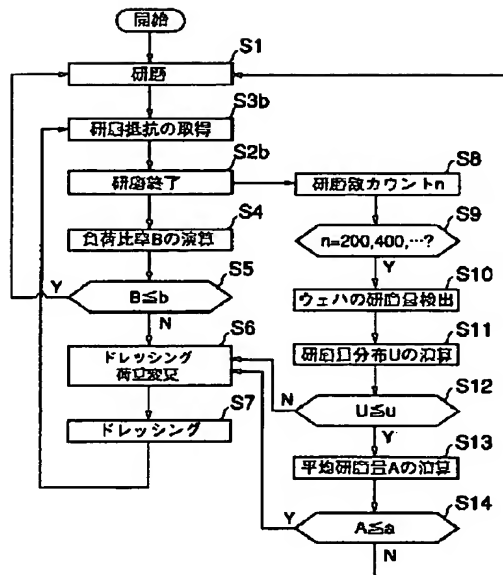
【図20】

图20



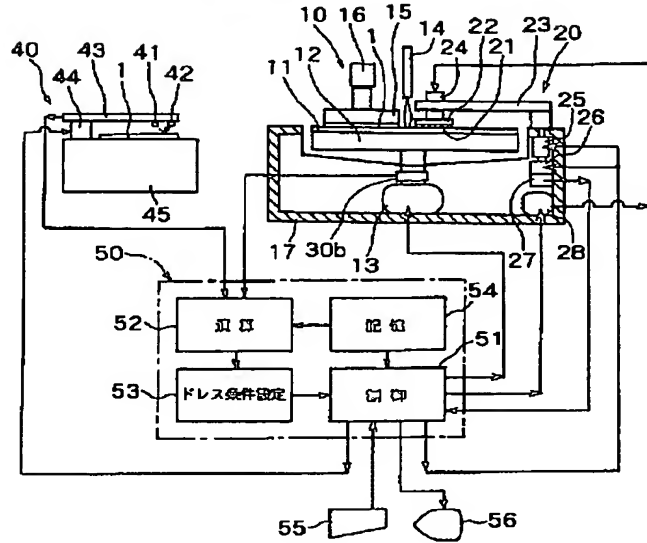
【図21】

図21



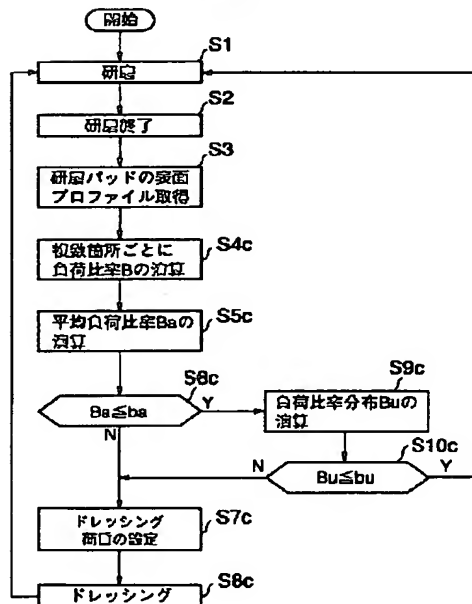
【図22】

図22



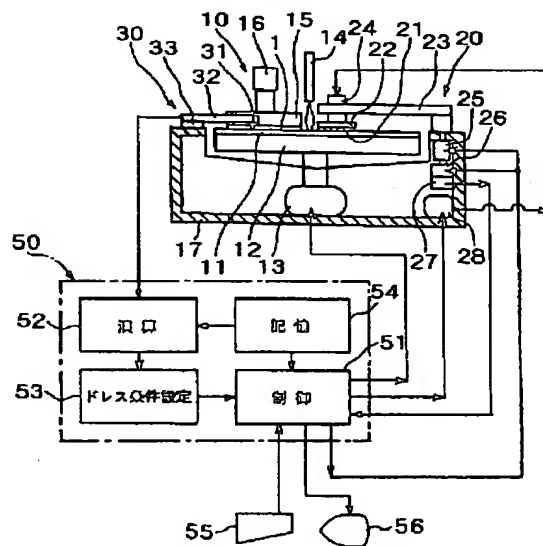
【図23】

図23



【図24】

図24





フロントページの続き

(72)発明者	佐藤 秀己	Fターム(参考)	2F069 AA57 BB02 DD30 GG01 GG04
	神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株		GG07 GG20 HH30
	式会社日立製作所生産技術研究所内		3C034 AA13 AA17 BB87 CA11 CA16
(72)発明者	西口 隆		CA22 CA30 CB12 DD20
	神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株		3C047 AA03 AA08
	式会社日立製作所生産技術研究所内		